

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010231500 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1995-132757/199518

XRPX Acc No: N95-104440

**Exhaust gas oxygen probe operating system - has pump current between measuring electrode and reference electrode raised to eliminate false reference atmosphere**

Patent Assignee: BOSCH GMBH ROBERT (BOSC )

Inventor: HOETZEL G; NEUMANN H; RIEGEL J; STRASSNER W

Number of Countries: 005 Number of Patents: 005

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 646789	A1	19950405	EP 94114016	A	19940907	199518 B
DE 4333231	A1	19950406	DE 493333231	A	19930930	199519
US 5494557	A	19960227	US 94316108	A	19940930	199614
EP 646789	B1	20040421	EP 94114016	A	19940907	200428
DE 5920410370	G	20040527	DE 94510370	A	19940907	200436
			EP 94114016	A	19940907	

Priority Applications (No Type Date): DE 493333231 A 19930930

Cited Patents: EP 35177; EP 79085; EP 82372; GB 2194056; GB 2219093; GB 2276458

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

EP 646789 A1 G 10 G01N-027/406

Designated States (Regional): DE ES FR GB

DE 4333231 A1 10 G01N-027/417

US 5494557 A 9 G01N-027/407

EP 646789 B1 G G01N-027/406

Designated States (Regional): DE ES FR GB

DE 5920410370 G G01N-027/406 Based on patent EP 646789

Abstract (Basic): EP 646789 A

The operating system applies a voltage to the measuring electrode (3) and the reference electrode (4) with an amplitude and polarity ensuring a pump current ( $I_p$ ) between them, for transporting the oxygen ions from the measuring electrode to the reference electrode. The pump current value can be raised each time the engine is started, after a given operating interval of the engine, or when the output voltage of the probe drops to indicate a false reference atmosphere.

Pref. a current supply (10) is connected to the measuring and reference electrodes, having 2 current sources (6,8), used to provide the normal pump current and the raised pump current.

ADVANTAGE - Rapid elimination of false reference atmosphere.

Dwg.1/5

Abstract (Equivalent): US 5494557 A

A method of operating an exhaust-gas probe having an output voltage ( $U_s$ ) and including an oxygen-ion conducting solid electrolyte, a measuring electrode subjected to the exhaust gas of an internal combustion engine; holding means for holding a reference gas; and, a reference electrode subjected to said reference gas; said reference gas defining an internal reference by being partitioned off from the exhaust gas and the ambient so as to impede a particle exchange between said reference gas and the exhaust gas and/or the ambient; the method

comprising the steps of:

continuously applying a voltage across said measuring and reference electrodes to have a predetermined magnitude and direction so as to cause a pump current ( $I_p$ ) to flow between said electrodes for transporting oxygen ions from said measuring electrode to said reference electrode without causing said electrolyte to decompose under the action of the continuously applied voltage;

temporarily increasing said pump current ( $I_p$ ) for a first time duration to values which would lead to a decomposition of said electrolyte if allowed to act on said electrolyte over a second time duration greater than said first time duration; and,

triggering said temporary increase in said pump current ( $I_p$ ) after each start of said engine or after a pregiven duration of operation of said engine and/or when a drop of the output voltage ( $U_s$ ) of said exhaust-gas probe indicates said reference gas as being adulterated.

Dwg.1/5

Title Terms: EXHAUST; GAS; OXYGEN; PROBE; OPERATE; SYSTEM; PUMP; CURRENT; MEASURE; ELECTRODE; REFERENCE; ELECTRODE; RAISE; ELIMINATE; FALSE; REFERENCE; ATMOSPHERE

Derwent Class: S02; S03; X22

International Patent Class (Main): G01N-027/406; G01N-027/407; G01N-027/417

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): S02-J01A; S03-E03; X22-A05B

?

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①0 DE 43 33 231 A 1

①1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
G 01 N 27/417  
// F 01 N 3/00

②1 Aktenzeichen: P 43 33 231.5  
②2 Anmeldetag: 30. 9. 93  
④3 Offenlegungstag: 6. 4. 95

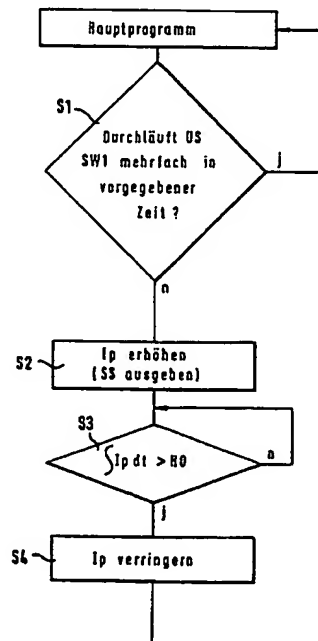
DE 43 33 231 A 1

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Hoetzel, Gerhard, Dipl.-Chem. Dr., 70376 Stuttgart, DE; Neumann, Harald, Dipl.-Ing. Dr., 71665 Vaihingen, DE; Strassner, Walter, Dipl.-Phys., 73614 Schorndorf, DE; Riegel, Johann, Dipl.-Ing. Dr., 74321 Bietigheim-Bissingen, DE

⑤4 Verfahren zum Betrieb einer Sauerstoffsonde mit interner Referenzatmosphäre

⑤7 Bei einem Verfahren zum Betrieb einer Abgassonde mit gepumpter Referenzatmosphäre in einem verhältnismäßig abgeschlossenen Volumen wird der den Pumpstrom  $I_p$  tragende Sauerstoffionenstrom zur Referenzatmosphäre unter bestimmten Bedingungen vorübergehend erhöht. Dadurch kann eine Verfälschung der Referenzatmosphäre, wie sie durch eindiffundierte Kraftstoffteilchen hervorgerufen werden kann, schneller beseitigt werden.



DE 43 33 231 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beseitigung der Verfälschung der Referenzatmosphäre beim Betrieb einer Sauerstoffsonde mit gepumpter interner Referenzatmosphäre.

Eine Sauerstoffsonde dieser Art ist beispielsweise aus der DE 33 15 654 (US 4 496 455) bekannt. Die dort beschriebene Sauerstoffsonde besitzt eine Meßzelle, gebildet aus einem Elektrolyten mit einer Meßelektrode und einer Referenzelektrode sowie eine Pumpzelle, gebildet aus einem weiteren Elektrodenpaar auf dem gleichen Elektrolyten. Die Meßelektrode ist dem Abgas einer Brennkraftmaschine ausgesetzt und die Referenzelektrode ist einer Referenzgasatmosphäre in einem kleinen Volumen innerhalb der Abgassonde ausgesetzt, das mit dem Abgas oder der Umgebung lediglich über feine Bohrungen korrespondiert, über die sich ggf. ein Überdruck innerhalb des kleinen Volumens abbauen kann.

15 Aufgrund dieser Bohrungen, aber auch wegen einer Restporosität des Elektrolyten, ist ein solches Referenzvolumen nicht gasdicht gegenüber der Umgebung bzw. dem Abgas. Zur Aufrechterhaltung einer stabilen Referenzatmosphäre wird daher an die Elektroden der Pumpzelle eine Spannung angelegt, die so bemessen und gerichtet ist, daß Sauerstoffionen aus dem Abgas in das Referenzgasvolumen gepumpt werden. Eine solche interne gepumpte Referenzatmosphäre besitzt gegenüber einer Umgebungsluftreferenz den Vorteil, daß eine unerwünschte Änderung ihrer Zusammensetzung, beispielsweise durch Spritzwasser oder durch Kraftstoff, vergleichsweise gering ist. Derartige Verfälschungen können jedoch noch insbesondere beim Stillstand der Brennkraftmaschine eintreten. Beispielsweise können Kraftstoffteilchen aus dem Abgas oder aus der Umgebung in die Referenzatmosphäre diffundieren und dort Sauerstoffteilchen binden. In diesem Fall sinkt der Partialdruck des Referenz-Sauerstoffs ab, was dazu führt, daß die Spannung der Meßzelle abnimmt und je nach Stärke der Vergiftung der Referenzatmosphäre mit Kraftstoffteilchen sogar das Vorzeichen wechselt. Das in diesem Fall verfälschte Sondersignal vergrößert durch seinen Einfluß auf die Gemischbildung der Brennkraftmaschine die Emission unerwünschter Abgasbestandteile.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Angabe eines Verfahrens und einer Vorrichtung zur schnellen Beseitigung einer Verfälschung der Referenzgasatmosphäre.

30 Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Angabe eines Verfahrens zum Betrieb einer Abgassonde mit einem

- sauerstoffionenleitenden Festelektrolyten, der wenigstens
- eine einem Meßgas ausgesetzte Meßelektrode und
- 35 — eine einem Referenzgas ausgesetzte Referenzelektrode besitzt, wobei das Referenzgas eine interne Referenz in dem Sinne bildet, daß es vom Abgas und von der Umgebung so abgeschlossen ist, daß ein Teilchenaustausch zwischen Referenzatmosphäre und Abgas und/oder Umgebung wenigstens erschwert ist,
- und wobei an die Meß- und Referenzelektrode eine Spannung gelegt wird, deren Betrag und Richtung so vorbestimmt sind, daß zwischen Meß- und Referenzelektrode ein Pumpstrom ( $I_p$ ) fließt, der Sauerstoffionen von der Meßelektrode zur Referenzelektrode transportiert ohne daß es unter Einwirkung der dauernd anliegenden Spannung zu einer Zersetzung des Elektrolyten kommt, dadurch gekennzeichnet, daß der Pumpstrom ( $I_p$ ) vorübergehend auf Werte erhöht wird, die bei längerfristigem Einwirken zu einer Zersetzung des Elektrolyten führen könnten.

45 Die Erhöhung des Pumpstroms kann nach jedem Start der Brennkraftmaschine oder nach Ablauf vorgegebener Betriebsdauern der Brennkraftmaschine und/oder in bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine ausgelöst werden, bspw. wenn ein Absinken der Ausgangsspannung ( $U_s$ ) der Abgassonde eine verfälschte Referenzatmosphäre anzeigt oder wenn die Ausgangsspannung der Abgassonde einen vorgegebenen Schwellwert innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne nicht wenigstens einmal durchläuft.

Es ist vorteilhaft, das Produkt aus der Dauer der vorübergehenden Stromerhöhung und dem Betrag der Stromerhöhung auf die Größe des Referenzgasvolumens abzustimmen.

Die Erfindung kann auch bei einem komplexer aufgebauten Sensor mit weiteren Elektrodenpaaren angewendet werden, wobei der Pumpstrom dann bei der die Nernstspannung liefernden Anordnung vorübergehend erhöht wird.

55 Fig. 1 zeigt eine Abgassonde mit gepumpter Referenz und ein Ausführungsbeispiel einer Beschaltung, wie sie zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist.

Fig. 2 zeigt ein Ersatzschaltbild der Sonde und ein weiteres Ausführungsbeispiel einer zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeigneten Schaltung zusammen mit einem Steuergerät.

60 Fig. 2a stellt ein Ausführungsbeispiel der Spannungsversorgung aus der Fig. 2 dar.

Fig. 3 verdeutlicht die Änderung der Ausgangsspannung einer Sauerstoffkonzentrationszelle unter dem Einfluß einer verfälschten Referenzatmosphäre.

Fig. 4 stellt die Wirkung des erfindungsgemäßen Verfahrens auf die Ausgangsspannung einer Abgassonde mit einer Beschaltung wie in den Fig. 1 oder 2 dar.

65 Fig. 5 offenbart ein Flußdiagramm zur Durchführung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die 1 in der Fig. 1 bezeichnet eine Abgassonde mit einem sauerstoffionenleitenden Festelektrolyten 2, der über eine Meßelektrode 3 dem Abgas einer Brennkraftmaschine und über eine Referenzelektrode 4 einer

Referenzatmosphäre in einem kleinen Volumen 5 innerhalb der Abgassonde ausgesetzt ist. Diese Vorrichtung arbeitet als Sauerstoffkonzentrationszelle nach dem Nernst-Prinzip und liefert das bekannte stufenförmige Ausgangssignal in Abhängigkeit vom Logarithmus des Quotienten der Sauerstoffkonzentrationen im Abgas und in dem kleinen Volumen.

Zur Aufrechterhaltung einer stabilen Referenzgasatmosphäre wird im Normalbetrieb der Abgassonde eine Spannung  $U_1$  mittels einer ersten Spannungsquelle 6 über einen Vorwiderstand  $R_v$  (14) an die Meßelektrode 3 und Referenzelektrode 4 gelegt, die so gerichtet ist, daß Sauerstoffionen aus dem Abgas in das kleine Volumen gepumpt werden. Zu diesem Zweck ist der positive Pol der Spannungsquelle 6 mit der Referenzelektrode und der negative Pol mit der Meßelektrode verbunden.

Diese im Dauerbetrieb anliegende Spannung kann beispielsweise geringfügig größer als die höchstmögliche Nernst-Spannung der Konzentrationszelle gewählt werden. Durch diese Festlegung wird einerseits eine Zersetzung des Elektrolyten weitgehend vermieden und andererseits gewährleistet, daß auch bei fettem Gemisch und damit sauerstoffarmen Abgas eine unzulässige Beeinträchtigung der sauerstoffreichen Referenzgasatmosphäre durch Diffusion von Sauerstoff aus der Referenzgasatmosphäre heraus unterbleibt.

Zur Beseitigung einer verfälschten Referenzgasatmosphäre kann der Sauerstoffionenstrom zum Referenzgasvolumen nach dieser Darstellung vorübergehend erhöht werden, indem der Schalter 7 mit einem Steuersignal SS (9) für eine begrenzte Zeit  $\Delta t$  so betätigt wird, daß an der Abgassonde eine Spannung  $U_1$  plus  $U_2$  anliegt, wobei  $U_2$  von einer zweiten Spannungsquelle 8 geliefert wird. Alternativ zu einer Reihenschaltung aus  $U_1$  und  $U_2$  kann auch auf eine einzelne Spannungsquelle  $U_2$  mit  $U_2$  größer  $U_1$  umgeschaltet werden. Der unterbrochen dargestellte Block 10 faßt die beiden Spannungsquellen 6 und 8 und den Schalter 7 sowie den Vorwiderstand 14 zu einer Vorrichtung zur Stromversorgung mit steuerbarem Ausgangsstrom  $I_p$  zusammen.

Um zu verhindern, daß der Sauerstoffionenstrom zum Referenzgasvolumen zu einem unerwünscht hohen Druck im Referenzgasvolumen führt, kann beispielsweise ein poröser Kanal vom Referenzgasvolumen zur Umgebung vorgesehen werden. Ein solcher Kanal, der einen vom Druckgefälle verursachten Teilchenstrom vom Referenzgasvolumen zur Umgebung erlaubt, kann auch durch eine porös ausgeführte Referenzelektrodenzuleitung zu den Außenkontakten der Abgassonde realisiert werden.

Das Ersatzschaltbild der Fig. 2 stellt die Abgassonde 1 als Reihenschaltung aus einem Innenwiderstand  $R_i$  (11) und einer Quellspannung  $U_n$  (12), entsprechend der Spannung, die sich zwischen Meß- und Referenzelektrode als Folge der unterschiedlichen Sauerstoffpartialdrücke im Abgas und im Referenzgasvolumen einstellt, dar. Der Abgassonde entgegengeschaltet ist die Spannungsversorgung (10), die sich aus einer Vorspannungsquelle (13) und einem steuerbaren Vorwiderstand  $R_v$  (14) zusammensetzt.

Das Steuersignal SS zur Einstellung des Vorwiderstandes  $R_v$  kommt von einem Steuergerät (15), beispielsweise einem bei Brennkraftmaschinen üblicherweise ohnehin vorhandenen Rechner, der unter anderem zur Ausgabe von Einspritzimpulsen  $t_i$  an Kraftstoffeinspritzvorrichtungen (16) dient, wie sie in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, bspw. der Drehzahl  $n$ , der Last  $Q$  und des Signals  $U_s$  der Abgassonde gebildet werden.

Die Fig. 2a zeigt als weiteres Ausführungsbeispiel eine Spannungsversorgung 10, gebildet aus einer Konstantstromquelle 17, und einer weiteren Konstantstromquelle 18, welche über einen Schalter 19, gesteuert über ein Schaltsignal SS zugeschaltet werden kann. Die Konstantstromquelle 17 liefert den Pumpstrom 11 für den Normalbetrieb der Abgassonde und die Konstantstromquelle 18 liefert einen zusätzlichen Pumpstrom 12 zur Beseitigung einer verfälschten Referenzgasatmosphäre.

Die Bedingungen, unter denen das Steuergerät 15 ein Signal SS zur Erhöhung des Sauerstoffionenstroms zum Referenzgasvolumen herausgibt, können verschiedenartiger Natur sein. Es ist z. B. denkbar, das Referenzgasvolumen nach jedem Start der Brennkraftmaschine, oder nach Ablauf vorgegebener Betriebsdauern der Brennkraftmaschine und/oder in bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine, beispielsweise im Schiebetrieb, mit einem erhöhten Sauerstoffionenstrom zu spülen.

Im Rahmen des Ausführungsbeispiels nach der Fig. 2 kann als Auslösekriterium für das Erhöhen der Pumpspannung bzw. des Pumpstroms auch das Verhalten der Spannung  $U_s$  verwendet werden. Für  $U_s$  gilt für das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 folgender Zusammenhang.

$$U_s = U_v - I_p \cdot R_v = I_p \cdot R_i + U_n \quad (I).$$

Mit

$$I_p = (U_v - U_n)/(R_v + R_i) \quad (II).$$

Dabei wird das Verhalten der Quellspannung  $U_n$  der Abgassonde durch die Fig. 3 verdeutlicht, die den Verlauf von  $U_n$  über der Luftzahl  $\lambda$  des der Brennkraftmaschine zugeführten Gemisches zeigt. Die ausgezogene Linie gilt für eine reguläre Referenzgasatmosphäre mit einem Sauerstoffpartialdruck von typischerweise 0,2 bar. Gegenüber diesem Referenzdruck ist der Partialdruck des Gleichgewichtssauerstoffs im Abgas für jede Luftzahl  $\lambda$  um einige Zehnerpotenzen niedriger und bestimmt den Betrag und die Richtung der Nernstspannung  $U_n$  der Konzentrationszelle. Im Abgas einer Brennkraftmaschine für den Antrieb von Kraftfahrzeugen ist diese Nernstspannung über den gesamten  $\lambda$ -Bereich positiv.

In einer durch eindiffundierte Kraftstoffteilchen verfälschten Referenzatmosphäre wird der Referenzsauerstoff-Partialdruck erniedrigt. Die resultierende Nernstspannung ist über den gesamten Meßbereich entsprechend erniedrigt und kann speziell im mageren Abgas negative Werte annehmen. Der unterbrochen dargestellte Spannungsverlauf in der Fig. 3 zeigt diesen Fall. Ganz allgemein kann für jede Konzentrationszelle das Auftreten einer negativen Quellspannung  $U_n$  als Signal für das Auftreten einer verfälschten Referenzatmosphäre

dienen und zur Auslösung einer vorübergehenden Pumpstromerhöhung verwendet werden um diese Verfälschung schnellstmöglich zu regenerieren.

Negative Sondensignale treten, wie in der Fig. 3 dargestellt, bevorzugt bei magerer Gemischzusammensetzung auf. Aus diesem Grunde bietet sich eine Überprüfung des Sondensignals im Schiebetrieb bei abgeschalteter Kraftstoffzufuhr an. Dieser Betriebszustand hält häufig über einige Sekunden an und ermöglicht dadurch eine besonders sichere Erkennung einer verfälschten Referenzatmosphäre, da diese sich in diesem Fall durch ein ebenfalls über mehrere Sekunden anhaltendes negatives Sondensignal bemerkbar macht.

Wird dieser Fall durch eine Überprüfung des Sondensignals im Steuergerät 15 festgestellt, gibt dieses das Signal SS aus, das beispielsweise den Wert des Vorwiderstandes  $R_v$  auf ca. 1/5 seines sonst gültigen Wertes reduziert. Die nachstehende Tabelle zeigt die Erhöhung des Pumpstroms  $I_p$  bei einer Veränderung des Vorwiderstandes  $R_v$  von 51 kOhm auf 10 kOhm jeweils für fettes ( $U_n = 0,9$  Volt) und mageres ( $U_n = 0,1$  Volt) Gemisch bei einem Sondeninnenwiderstand von 100 Ohm. Die sich unter diesen Randbedingungen einstellenden Werte für den Pumpstrom  $I_p$  und die Sondenspannung  $U_s$  wurden aus den Beziehungen (I) und (II) berechnet.

#### Sauerstoff-Sonde mit gepumpter Referenz

theoret. Werte für Sondenspannung und Pumpstrom

$R_i$ [Ohm]	$R_v$ [kOhm]	$U_v$ [V]	$U_n$	$U_s$ [V]	$I_p$ [uA]
100	51.0	1.0	0.9	0.900	2.0
100	51.0	1.0	0.1	0.102	17.6
100	10.0	1.0	0.9	0.901	9.9
100	10.0	1.0	0.1	0.109	89.1

Bei den hier beispielhaft angenommenen Werten führt die Verringerung des Vorwiderstandes  $R_v$  auf ca. 1/5 seines Wertes für Dauerbetrieb zu einer Erhöhung des Pumpstroms  $I_p$  und damit des Sauerstoffionenstroms zum Referenzgasvolumen auf etwa das Fünffache. Entsprechend verkürzt sich die Zeit, die zur Beseitigung der Verfälschung der Referenzgasatmosphäre verstreicht, auf ca. 1/5.

#### Sauerstoff-Sonde mit gepumpter Referenz

theoret. Werte für Sondenspannung und Pumpstrom

$R_i$ [Ohm]	$R_v$ [kOhm]	$U_v$ [V]	$U_n$	$U_s$ [V]	$I_p$ [uA]
100	51.0	1.0	0.9	0.900	2.0
100	51.0	1.0	0.1	0.102	17.6
100	51.0	3.0	0.9	0.904	41.1
100	51.0	3.0	0.1	0.106	56.8

Die Tabelle 2 zeigt die Auswirkung einer Änderung der Vorspannung  $U_v$  auf das Dreifache ihres für Dauerbetrieb bestimmten Wertes gemäß dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1. Auch hier stellt sich eine deutliche Steigerung des Pumpstroms ein.

Die Zeitdauer, für die der erhöhte Pumpstrom fließen soll, hängt von den Gegebenheiten der verwendeten Abgassonde ab.

Einerseits sollte das Zeitintegral des Pumpstroms proportional zum Referenzgasvolumen sein, da das Integral ein Maß für die gepumpte Sauerstoffmenge ist, die zur Spülung eines größeren Referenzgasvolumens größer sein muß als zur Spülung eines vergleichsweise kleineren Referenzgasvolumens.

Andererseits darf dieses Integral, das sich im einfachsten Fall als Produkt aus einer konstanten erhöhten Pumpspannung und der Zeit ergibt, nicht zu einer merklichen Zersetzung des Elektrolyten führen. Die entsprechenden Werte können durch Versuche mit der jeweils interessierenden Abgassonde bestimmt werden.

Das Ende der Pumpstromerhöhung kann auch durch eine Erholung des Sondensignals  $U_s$  ausgelöst werden, dessen zeitlicher Ablauf nach einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Fig. 4 dargestellt ist.

Die Fig. 4a zeigt das Sondensignal  $U_s = U_n + I_p \cdot R_i$ , wie es im Fall einer unverfälschten Referenz zwischen ca. 100 mV und 900 mV oszilliert. Dabei beträgt der Spannungsversatz  $I_p \cdot R_i$  ca. 1 mV, wie sich aus der Tabelle 1

( $R_i = 100 \text{ Ohm}$ ,  $I_p$  ca. 10 mikroA als Mittelwert von 2 und 17,6 mikroA) ergibt.

Fig. 4b stellt den Signalverlauf von  $U_s$  im Fall der verfälschten Referenzatmosphäre dar. Das Absinken der Nernstspannung  $U_n$  führt dazu, daß ein Schwellwert  $SW_1$ , der höher als die Regelschwelle  $RS$  und niedriger als die regelmäßig bei unverfälschter Referenz erreichte Sondenspannung von 900 mV ist, nicht mehr regelmäßig durchlaufen wird. Durch eine entsprechende Abfrage im Steuergerät 15 ausgelöst, wird daraufhin der Pumpstrom  $I_p$  erhöht.

Eine Erhöhung um den Faktor 10 führt zu einem Spannungsversatz  $R_i \cdot I_p$  von ca. 10 mV. Der direkte Einfluß der Pumpstromerhöhung auf die gemessene Sondenspannung  $U_s$  ist daher vergleichsweise klein.

Der indirekte Einfluß der Pumpstromerhöhung äußert sich in der Erholung der Nernstspannung  $U_n$ , was zu dem in Fig. 4c dargestellten deutlichen Anstieg der Sondenspannung  $U_s$  auf einen Wert führt, wie er für eine unverfälschte Referenzatmosphäre charakteristisch ist.

Damit verbunden, wird auch der Schwellwert  $SW_1$  wieder durchlaufen, was als Abschaltkriterium für den erhöhten Pumpstrom verwendet werden kann.

Fig. 5 zeigt ein Flußdiagramm zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, ausgelöst durch eine Erkennung der verfälschten Referenzatmosphäre. Ausgehend von einem übergeordneten Hauptprogramm, das beispielsweise zur Berechnung von Einspritzimpulsen im Steuergerät 15 dient, wird in einem Schritt S1 geprüft, ob die Spannung  $U_s$  den Schwellwert  $S_1$  in einer vorgegebenen Zeit, beispielsweise in 10 Sekunden, einigemale durchläuft.

Bei unverfälschter Referenz wird diese Abfrage bejaht und ohne weitere Maßnahmen zum Hauptprogramm zurückgekehrt. Eine Verneinung führt dagegen zur Ausgabe des Signals  $SS$  zur Erhöhung der Pumpspannung bzw. des Pumpstroms in dem Schritt S2. Im Schritt S3 (wird S3) wird das Zeitintegral des Pumpstroms mit einem vorbestimmten Schwellwert  $N_0$  verglichen.

Ein überschreiten dieses Schwellwertes löst ein Verringern des Pumpstroms bzw. der Pumpspannung im Schritt S4 und eine Rückkehr zum Hauptprogramm aus.

Alternativ zum Schritt S1 kann geprüft werden, ob die Sondenspannung in bestimmten Betriebszuständen, bspw. im Schiebetrieb, negative Werte annimmt. Ist das der Fall, wird der Pumpstrom solange erhöht, bis das Sondensignal auch im Schiebetrieb positive Werte annimmt und/oder außerhalb des Schiebetriebes den Schwellwert  $SW_1$  wieder durchläuft.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Abgassonde (1) mit einem
  - sauerstoffionenleitenden Festelektrolyten (2), der wenigstens
  - eine einem Meßgas ausgesetzte Meßelektrode (3) und
  - eine einem Referenzgas ausgesetzte Referenzelektrode (4) besitzt, wobei das Referenzgas eine interne Referenz in dem Sinne bildet, daß es vom Abgas und von der Umgebung so abgeschlossen ist, daß ein Teilchenaustausch zwischen Referenzatmosphäre und Abgas und/oder Umgebung wenigstens erschwert ist,
  - und wobei an die Meß- und Referenzelektrode eine Spannung gelegt wird, deren Betrag und Richtung so vorbestimmt sind, daß zwischen Meß- und Referenzelektrode ein Pumpstrom ( $I_p$ ) fließt, der Sauerstoffionen von der Meßelektrode zur Referenzelektrode transportiert ohne daß es unter Einwirkung der dauernd anliegenden Spannung zu einer Zersetzung des Elektrolyten kommt, dadurch gekennzeichnet, daß der Pumpstrom ( $I_p$ ) vorübergehend auf Werte erhöht wird, die bei längerfristigem Einwirken zu einer Zersetzung des Elektrolyten führen könnten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorübergehende Erhöhung des Pumpstroms nach jedem Start der Brennkraftmaschine oder nach Ablauf vorgegebener Betriebsdauern der Brennkraftmaschine und/oder in bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine ausgelöst wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorübergehende Erhöhung des Pumpstroms ausgelöst wird, wenn ein Absinken der Ausgangsspannung ( $U_s$ ) der Abgassonde eine verfälschte Referenzatmosphäre anzeigt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die vorübergehende Erhöhung des Pumpstroms dann ausgelöst wird, wenn die Ausgangsspannung der Abgassonde einen vorgegebenen Schwellwert ( $SW_1$ ) innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne nicht wenigstens einmal durchläuft.
5. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Produkt aus der Dauer der vorübergehenden Stromerhöhung und dem Betrag der Stromerhöhung auf die Größe des Referenzgasvolumens abgestimmt ist.
6. Vorrichtung zum Betrieb einer Abgassonde mit
  - einem sauerstoffionenleitenden Meßelektrolyten, der wenigstens
  - eine einem Meßgas ausgesetzte Meßelektrode und
  - eine einem Referenzgas ausgesetzte Referenzelektrode besitzt, wobei das Referenzgas eine interne Referenz in dem Sinne bildet, daß es vom Abgas und von der Umgebung so abgeschlossen ist, daß ein Teilchenaustausch zwischen Referenzatmosphäre und Abgas und/oder Umgebung wenigstens erschwert ist,
  - und wobei an die Meß- und Referenzelektrode eine Stromversorgung (10) angeschlossen ist, deren Ausgangsspannung nach Betrag und Richtung so vorbestimmt ist, daß zwischen Meß- und Referenzelektrode ein Pumpstrom ( $I_p$ ) fließt, der Sauerstoffionen von der Meßelektrode zur Referenzelektrode transportiert ohne daß es unter Einwirkung der dauernd anliegenden Spannung zu einer Zersetzung des Elektrolyten kommt, dadurch gekennzeichnet, daß der von der Stromversorgung (10) gelieferte

Pumpstrom ( $I_p$ ) vorübergehend auf Werte erhöht wird, die bei längerfristigem Einwirken zu einer Zersetzung des Elektrolyten führen könnten.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromversorgung (10) eine erste Spannungsquelle oder Stromquelle (6, 17) und eine zweite Spannungsquelle oder Stromquelle (8, 18) enthält, wobei die erste Spannungs- oder Stromquelle einen in einem Normalbetrieb über die Abgassonde fließenden Pumpstrom liefert und wobei die zweite Spannungs- oder Stromquelle zur vorübergehenden Erhöhung des Pumpstroms dient.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromversorgung eine Spannungsquelle (13) und einen einstellbaren Vorwiderstand (14) enthält, der zur Erhöhung des von der Stromversorgung gelieferten Stroms vorübergehend verringert wird.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Referenzgasvolumen über einen Kanal aus einem porösen Material mit der Umgebungsluft verbunden ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die die Nernstspannung liefernde Anordnung aus Meß- und Referenzelektrode sowie Festelektrolyt (Meßzelle) mit weiteren Zellen kombiniert wird, wobei die vorübergehende Erhöhung des Pumpstroms bei der die Nernstspannung liefernden Anordnung durchgeführt wird.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---



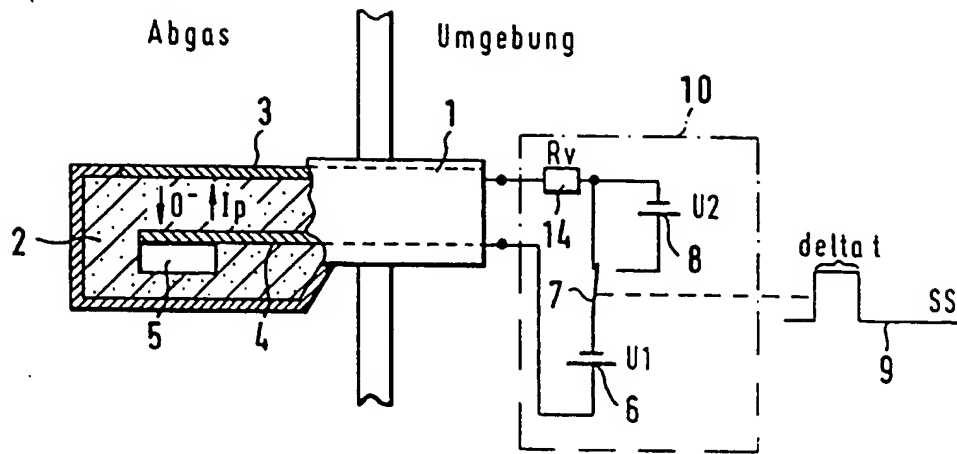


FIG. 1

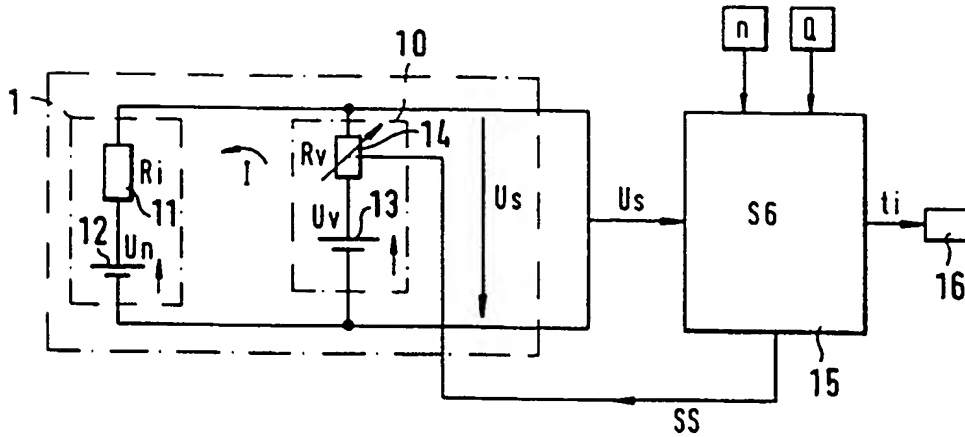


FIG. 2

X

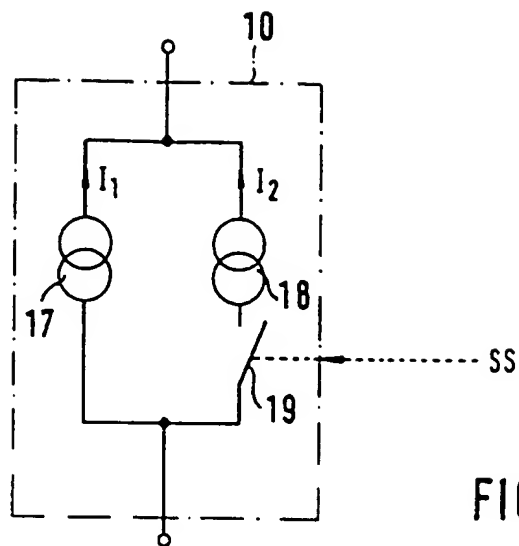


FIG. 2a

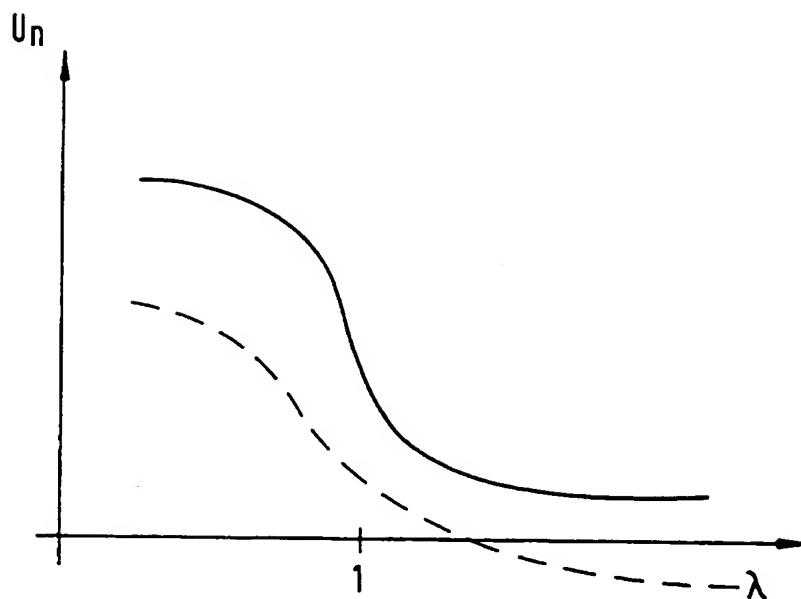
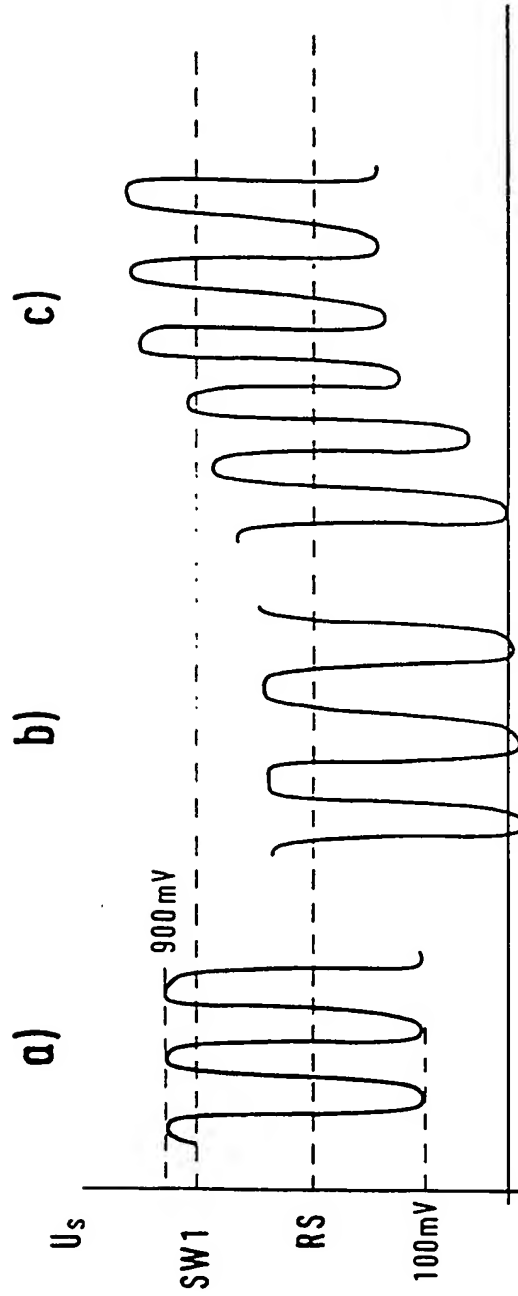


FIG. 3

FIG. 4



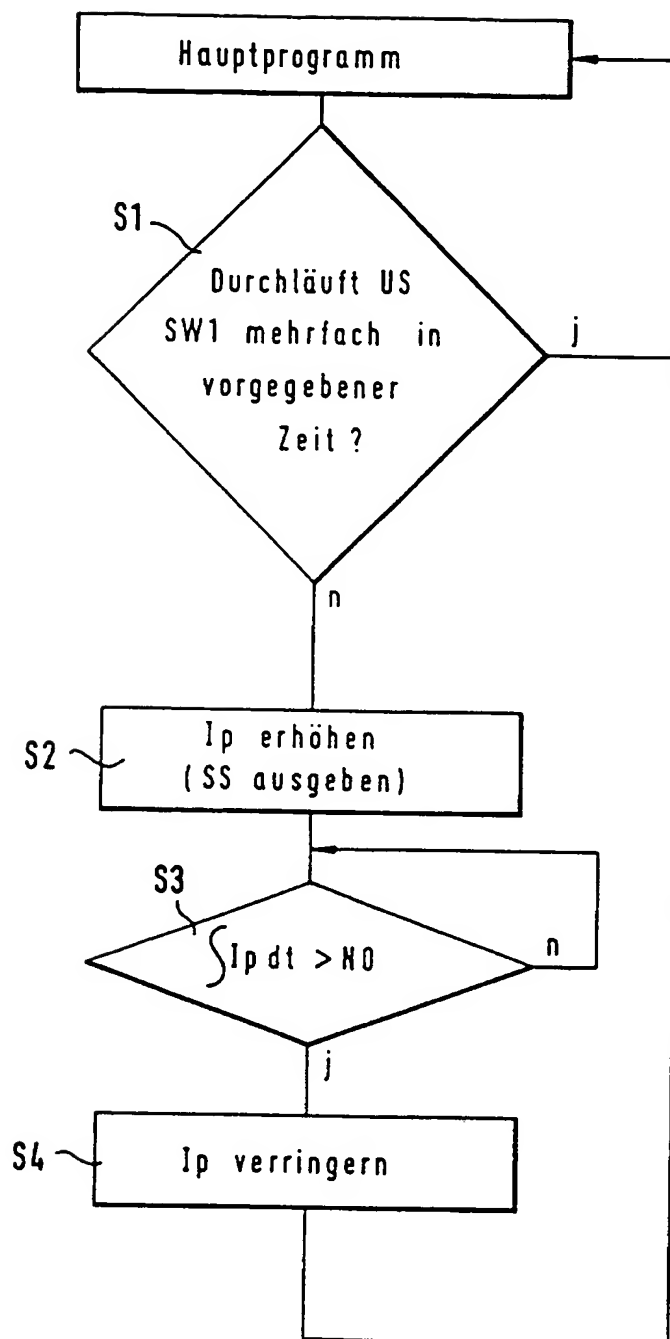


FIG. 5